



# Handlungskonzept Klimaanpassung Marburg: Stadtklima Plangebiet Hasenkopf

Ortsbeirat Ockershausen  
10.05.2023

Janko Löbig

GEO-NET (Hannover)



**MARBURG**  
UNIVERSITÄTSSTADT





# Handlungskonzept Klimaanpassung

- Maßnahmen, Fokusräume, Umsetzung, Verstetigung -

## Stadtklimaanalyse

- Hitze, Kaltluft, Planungshinweiskarte



## Starkregenanalyse

- Überflutung, Gefahren-/Risikokarte -





## MUST Städtebau

- Standorte: Amsterdam / Köln
- gegründet: 1997
- Schwerpunkte im Projekt:
  - Maßnahmen zur Klimaanpassung
  - Klimagerechte Stadtentwicklung



## GEO-NET Umweltconsulting

- Standorte: Hannover / Dresden
- gegründet: 1996
- Schwerpunkt im Projekt:
  - Auswirkungen des Klimawandels
  - Stadtklimaanalyse



## Dr. PECHER AG

- Standorte: Erkrath / Bingen / Mainz / Gelsenkirchen
- gegründet: 1948 / 1977
- Schwerpunkte im Projekt:
  - Niederschlagsabflusssimulation
  - Starkregenanalyse (Gefährdung und Risiken)



## ÖKOPLANA

- Standort: Mannheim
- gegründet: 1973
- Schwerpunkt im Projekt:
  - Meteorologische Messkampagne

# Projektteam

# Ergebnisse mit Bezug zum Hasenkopf

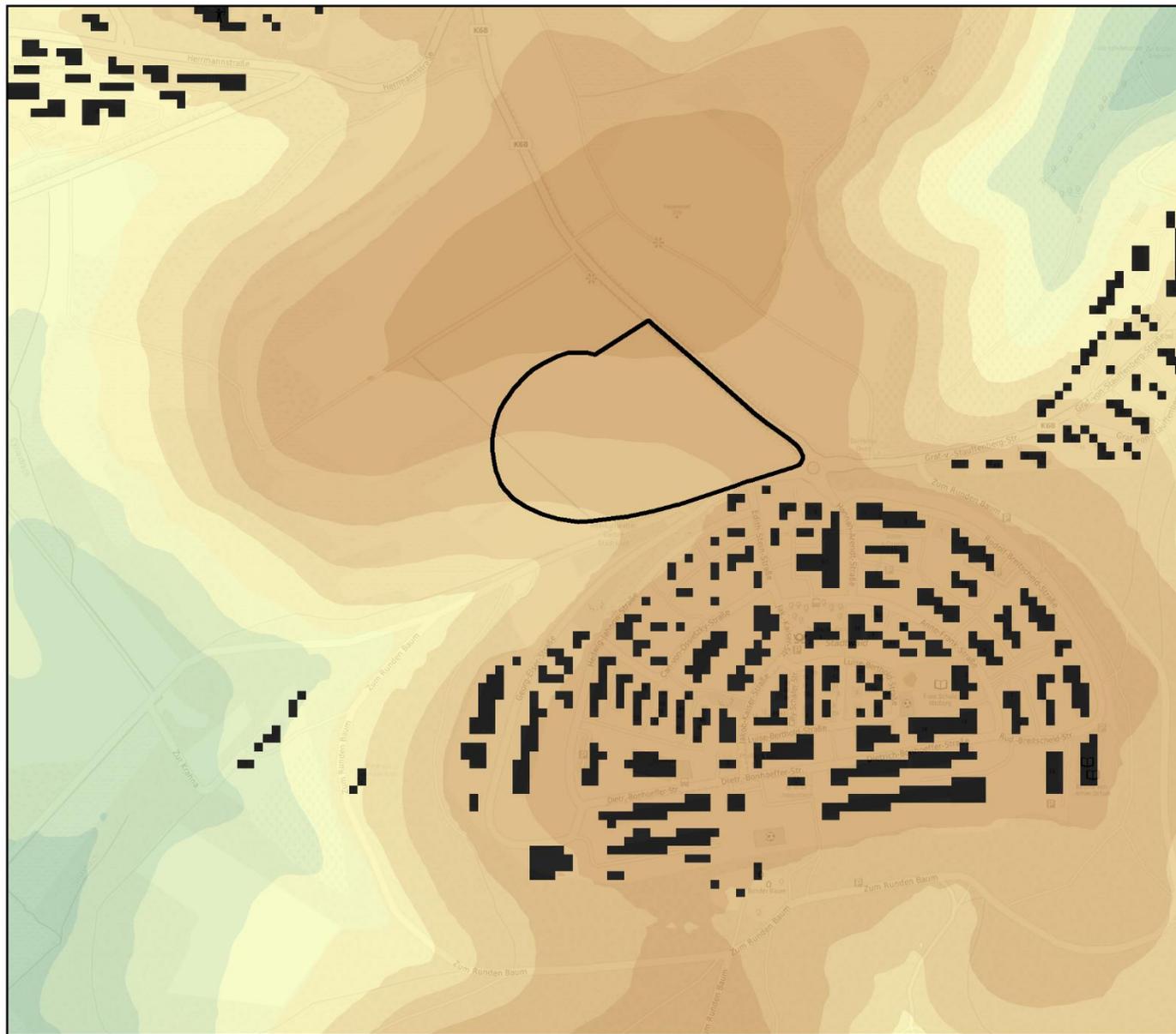
- Gesamtstädtische Klimaanalyse (2023)
- Gesamtstädtische Niederschlagsabflussimulation - Starkregenrisikomanagement (2023)
- *Fachliche Begleitung des Wettbewerbsverfahrens*
- Steckbriefe: Stadtklimatische sowie starkregenbezogene Bewertungen und Empfehlungen von städtebaulichen Entwicklungsflächen
  - Ersteinschätzung ohne Kenntnis der Bebauungsstruktur
- **Detailanalyse: Stadtklimatische und Starkregenbezogene Auswirkungen der geplanten Bebauung am Hasenkopf in Marburg**
  - Modellierung eines konkreten Planentwurf

## Plangebiet Hasenkopf



Siegerentwurf Wettbewerb (Stand 2022):  
lohrer.hochrein landschaftsarchitekten und stadtplaner gmbh

# Plangebiet Hasenkopf



Stadtklimaanalyse Marburg  
**Plangebiet Hasenkopf**  
 - Eingangsdaten -

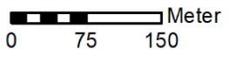
**Geländehöhe**

[ m ]

- bis 210
- > 210 bis 220
- > 220 bis 230
- > 230 bis 240
- > 240 bis 250
- > 250 bis 260
- > 260 bis 270
- > 270 bis 280
- > 280 bis 290
- > 290 bis 300
- > 300 bis 310
- > 310 bis 320
- > 320

Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))



GEO-NET Umweltconsulting  
 im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022



# Plangebiet Hasenkopf

An aerial photograph of a city, likely Bamberg, Germany, featuring a prominent church spire on the left and a stone wall in the foreground. The city is surrounded by green hills and dense vegetation. The sky is overcast with light clouds.

# Starkregenrisikomanagement

# Untersuchungsansatz

- Oberflächenabflusssimulationen mittels eines Modells
  - Geländemodell, Landnutzung, Kanalnetz ...
- Modellierung verschiedener Starkregenereignisse
  - Intensiver Starkregen (ca. 39 mm in 60 min)
  - **Außergewöhnlicher Starkregen (ca. 47 mm in 60 min)**
  - Extremer Starkregen (ca. 90 mm in 60 min)

## Starkregenrisikomanagement

## Ergebnisse → Stark vereinfacht

- Keine Überflutungsschwerpunkte auf dem Planungsgebiet
- Plangebiet = „Abflussentstehungsgebiet“
  - Niederschlagswasser wird über Bodenrinnen, Bäche, Fließwege abgeleitet
- Einfluss auf andere Gebiete ist für die Planung als gering einzuschätzen
- Änderungen des Überflutungsgeschehens lassen sich durch gezielte Maßnahmenkonzeption und -umsetzung vermindern
  - Fließwege entlang von Straßen etc. einplanen (bspw. zu Retentionsräumen)
  - Nutzung der Plätze und Grünstrukturen als Retentionsräume
  - Objektschutzmaßnahmen (keine bodentiefen Eingänge an Fließwegen, etc.)
  - ...

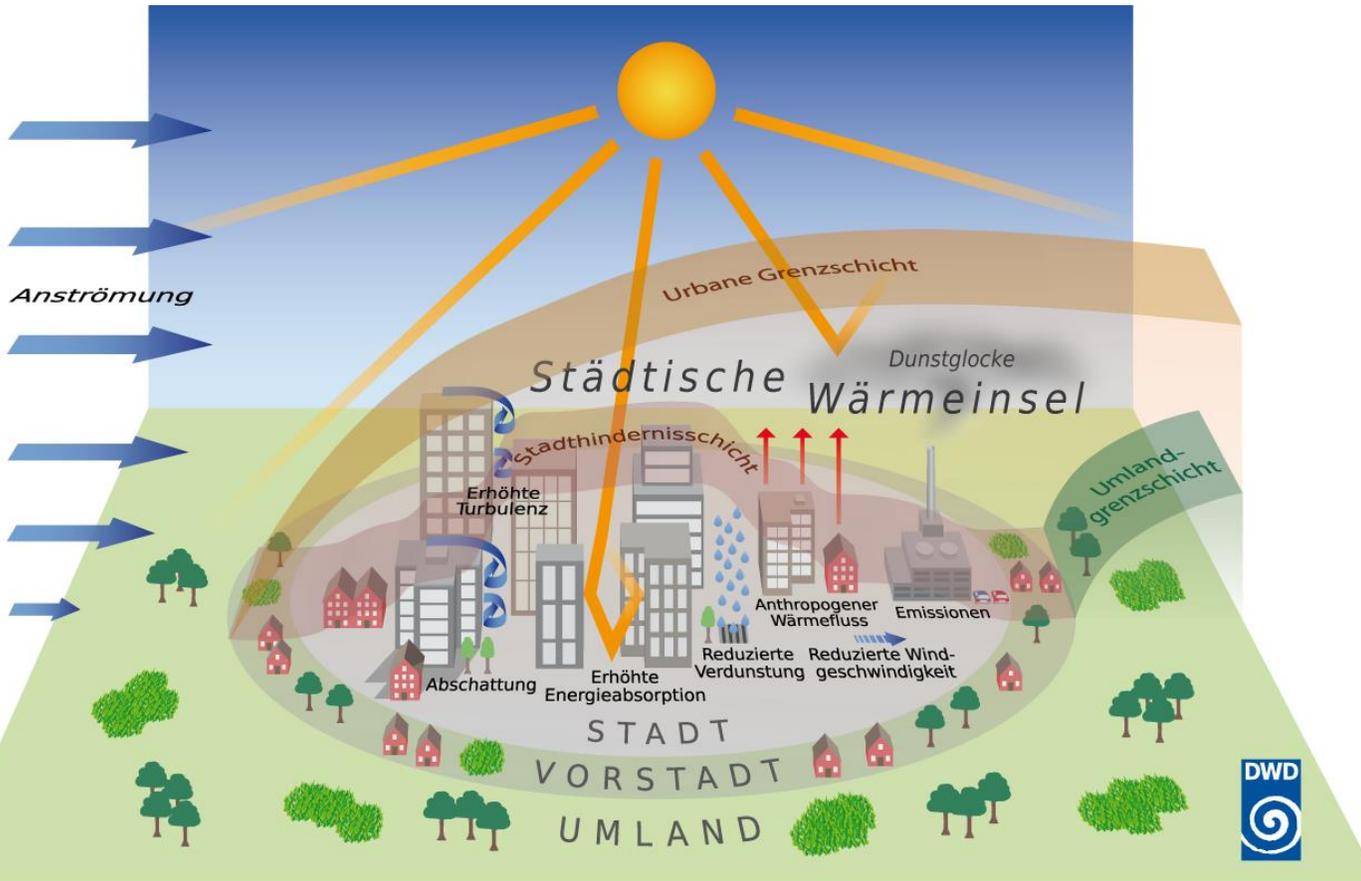
## Starkregenrisikomanagement

An aerial photograph of a city, likely Bamberg, Germany, featuring a prominent church spire on the left and a stone wall in the foreground. The city is surrounded by green hills and dense vegetation. The sky is overcast with light clouds. The text 'Stadtklimaanalyse' is overlaid in the center in a bold, black, sans-serif font.

# Stadtklimaanalyse

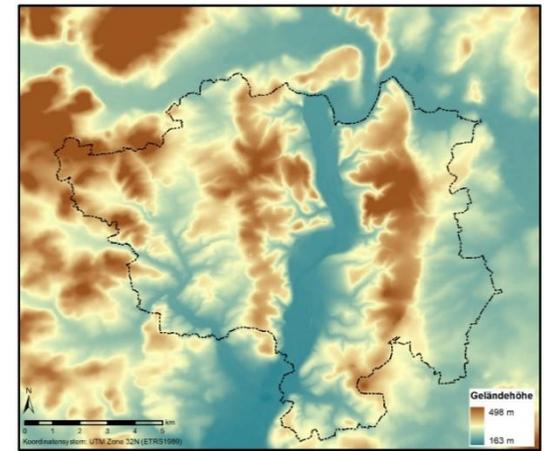
## Städtische Wärmeinsel

- Nächtliche Überwärmung von Ballungsräumen gegenüber der ländl. Umgebung bei bestimmten Wetterlagen
- Abhängig von der Größe und Bebauungsstruktur einer Stadt sowie Topographie und Regionalklima entstehen Kaltluftprozesse
- Herausforderung für die Sicherung gesunder Wohn- und Arbeitsverhältnisse
  - Wohlbefinden
  - Leistungsfähigkeit
  - Gesundheitliche Folgen
- Analysemethoden
  - Numerische Modellierung
  - Meteorologische Messkampagne (2020)



## Wärmeinsel & Kaltluftprozesse

- Mikroskalige Modellierung mit FITNAH-3D  
(horizontale Auflösung: 10 m)
  - Eingangsdaten: Geländehöhe, 3D-Landnutzung (inkl. Gebäude & Grünstrukturen)
  - Sommerliche Strahlungswetterlage
  - **Status quo und zwei Klimawandelszenarien Marburg 2035**
    - Schwacher Klimawandel (*best case*) und Starker Klimawandel (*worst case*)
    - Zunehmende Temperaturen und sommerliche Trockenheit
    - Flächen möglicher Stadtentwicklung im Modell berücksichtigt



## Grundlagen der Modellierung



**Entwicklung unter Beachtung klimaökologischer Standards möglich**

- + Entwicklung führt zu einer stadtklimatischen Verbesserung
- Entwicklung ohne weitere Maßnahmen stadtklimatisch verträglich

Bei Einhaltung **klimaökologischer Standards** ist keine weitere stadtklimatische Untersuchung notwendig (u.a. geringe Versiegelung, Bäume mit ausreichend Wurzelraum einplanen, Dachbegrünung auf niedrigen Gebäuden mit Flachdach).

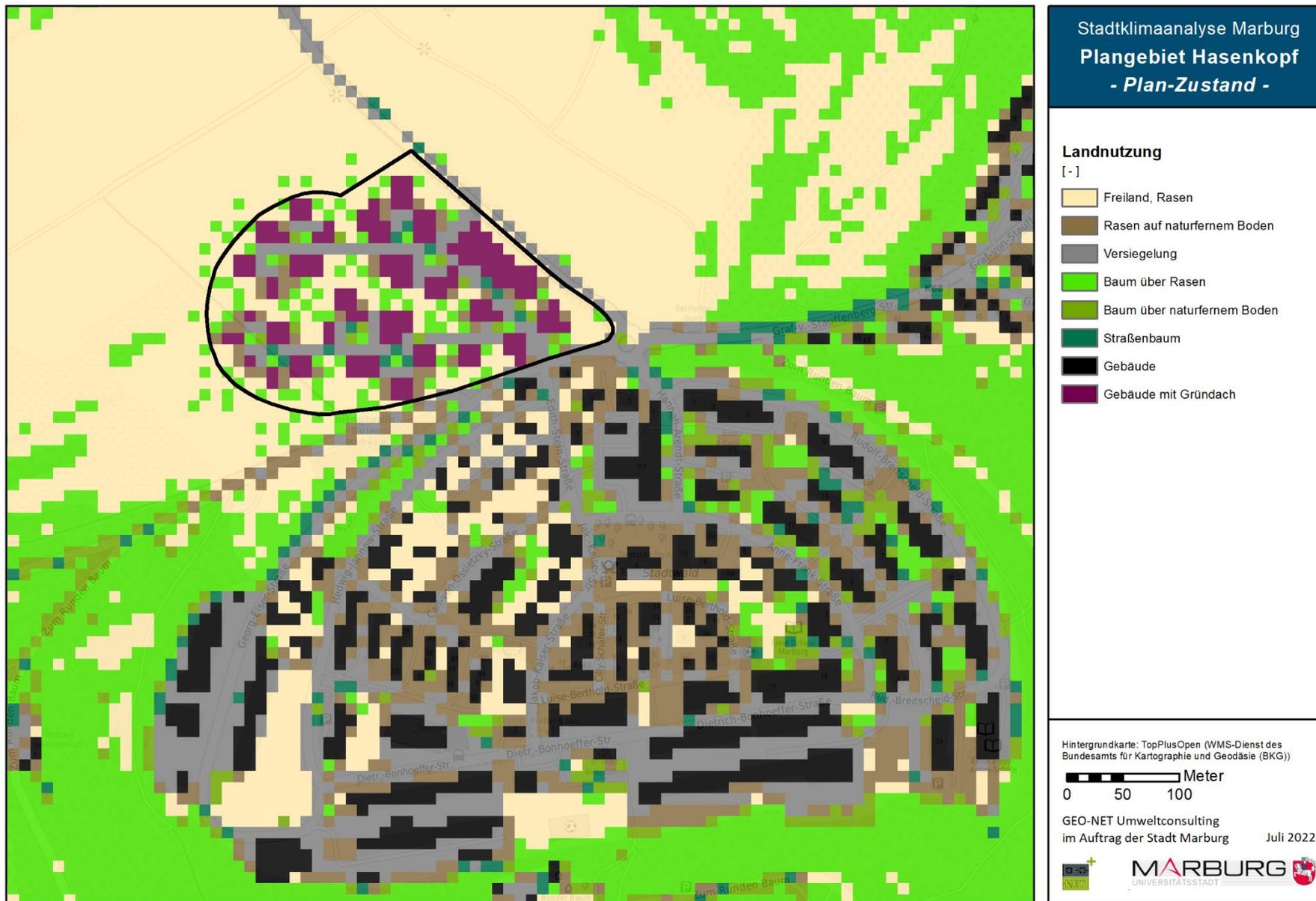
**Entwicklung mit optimierenden stadtklimatischen Maßnahmen möglich** (klimafachliche Begleitung der Planung empfohlen)

- Konkretisierung i.d.R. durch eine verbal-argumentative Stellungnahme auf Basis der Stadtklimaanalyse möglich
- ! Nachweis der Klimaverträglichkeit über ein Detailgutachten zu den vorhabenbezogenen Auswirkungen

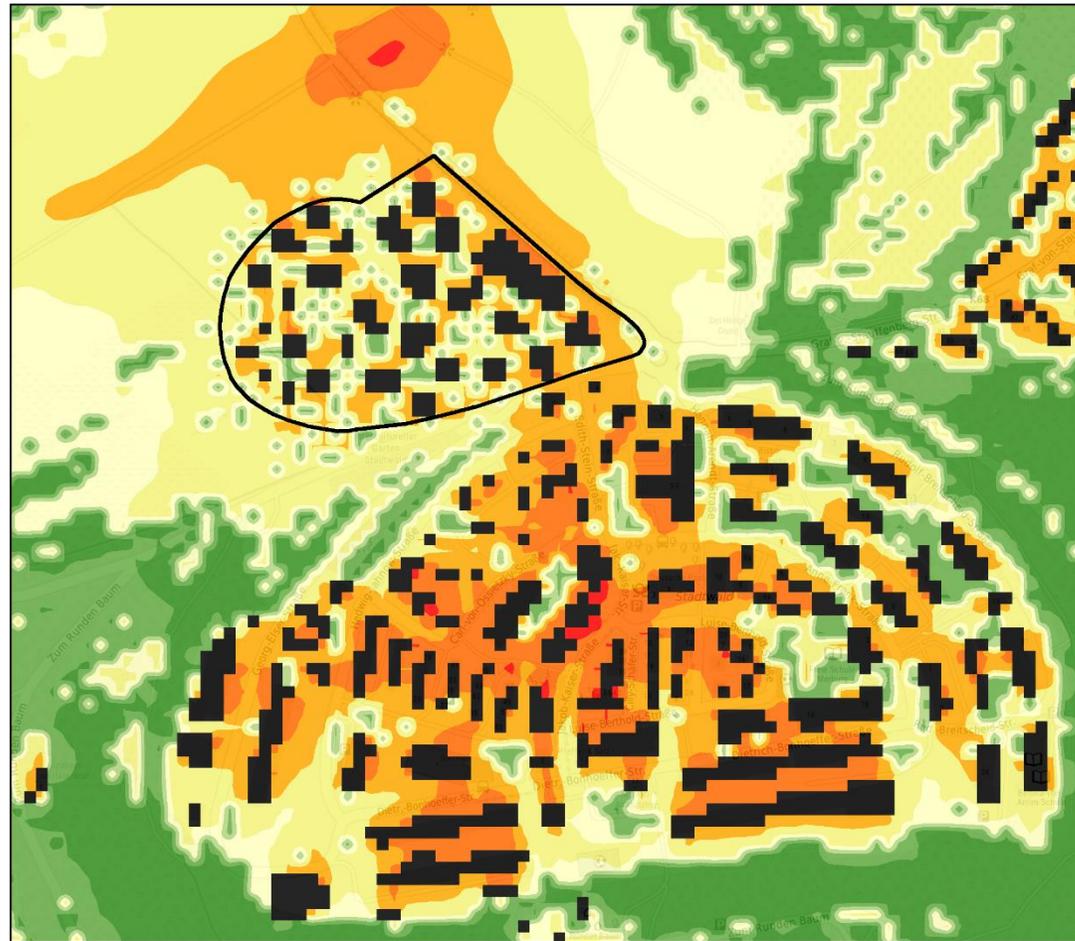
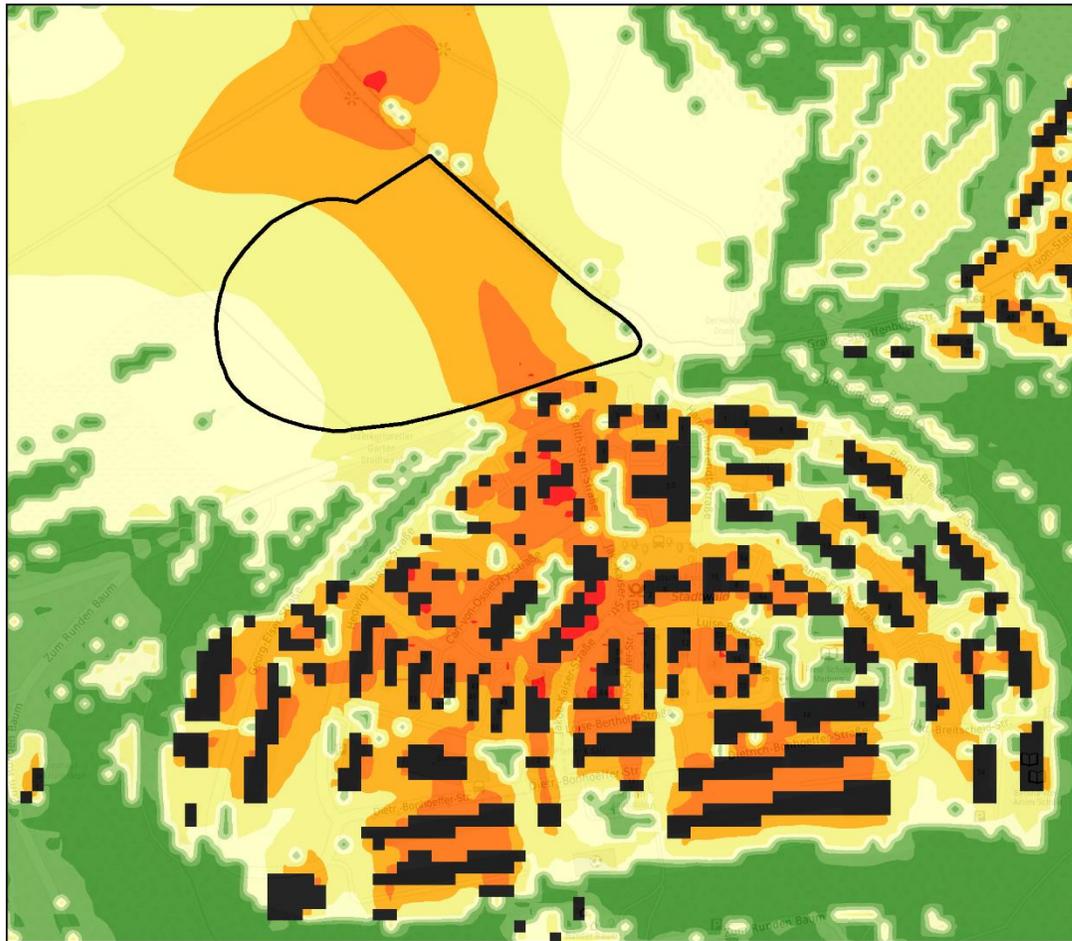
Bei der Überplanung wertvoller Freiräume oder Entwicklungen in thermisch belasteten Flächen sind eine klimafachliche Begleitung des Planungsprozesses sowie über die klimaökol. Standards hinausgehende **optimierende Maßnahmen** gefragt (Versiegelung minimieren, ggf. Freihaltung von Durchlüftungsachsen, Schaffung öffentl. kühler Orte, Fassadenbegrünung, Sonnensegel, Fontänen/Brunnen, Gebäudeverschattung, ggf. Gebäudekühlung, etc.).

- × **Entwicklung aus klimatischer Sicht nicht empfehlenswert** (keine solchen Vorhaben unter den Entwicklungsflächen)

# Planungshinweiskarte Stadtklima



# Detailuntersuchung



**Stadtklimaanalyse Marburg  
Plangebiet Hasenkopf  
- Plan-Zustand -**

**Wärmebelastung am Tag:  
PET**  
Physiologisch Äquivalente Temperatur in [ °C ]

■ bis 23	■ > 35 bis 38
■ > 23 bis 26	■ > 38 bis 41
■ > 26 bis 29	■ > 41 bis 44
■ > 29 bis 32	■ > 44
■ > 32 bis 35	

■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

0 50 100 Meter

GEO-NET Umweltconsulting im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022

**MARBURG**  
UNIVERSITÄTSSTADT

# Wärmebelastung am Tag

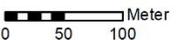
- Derzeit überwiegend starke Wärmebelastung im Plangebiet (Freifläche ohne Verschattung)
  - Durch Strömung geringere Belastung im westlichen Teil
- Deutliche Änderung durch Bebauung
  - Insb. Bäume senken die Wärmebelastung

Stadtklimaanalyse Marburg  
Plangebiet Hasenkopf  
- Plan-Zustand -



 Gebäude

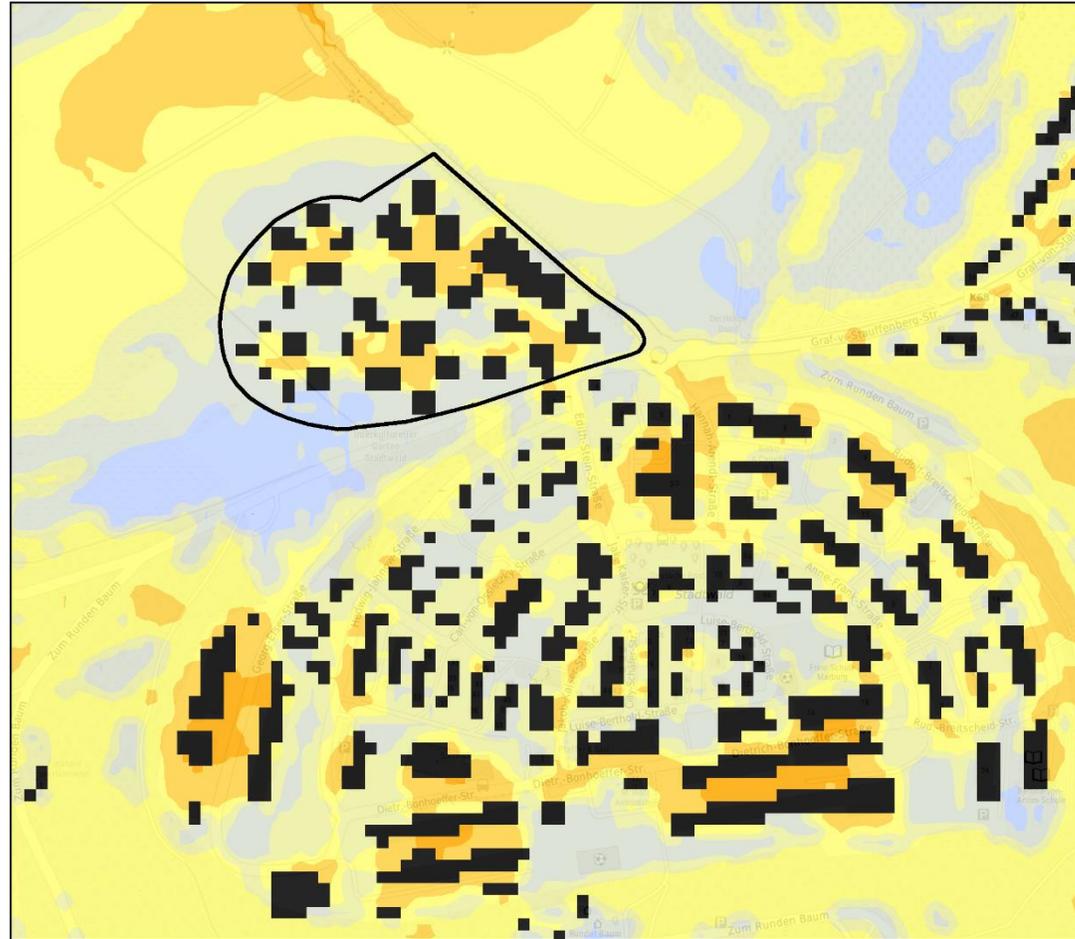
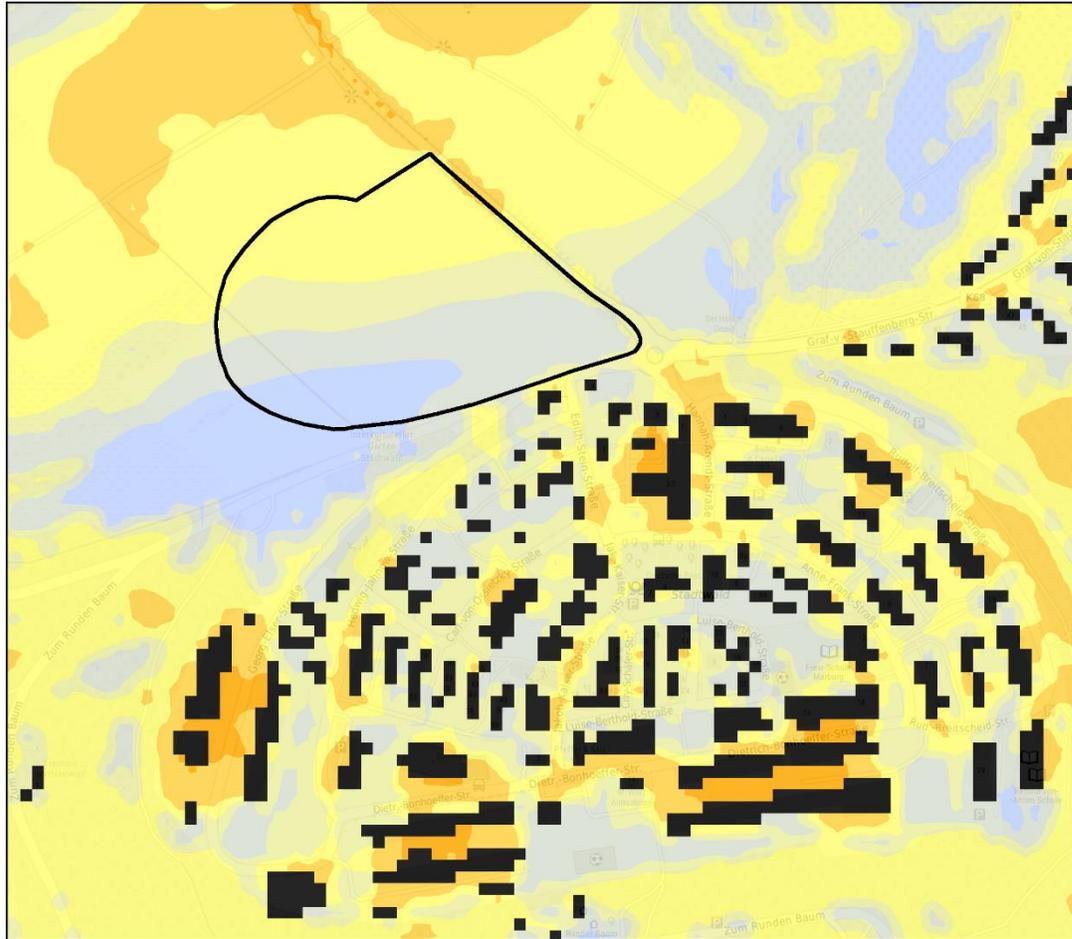
Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

 Meter  
0 50 100

GEO-NET Umweltconsulting  
im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022



## Wärmebelastung am Tag



**Stadtklimaanalyse Marburg  
Plangebiet Hasenkopf  
- Plan-Zustand -**

**Bodennahe Lufttemperatur  
in der Nacht  
[°C]**

	bis 12		> 15 bis 16
	> 12 bis 13		> 16 bis 17
	> 13 bis 14		> 17 bis 18
	> 14 bis 15		> 18 bis 19

Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

Meter  
0 50 100

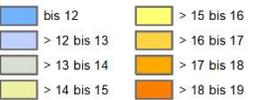
GEO-NET Umweltconsulting im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022

# Lufttemperatur in der Nacht

- Plangebiet kühlt sich in der Nacht ab
  - „Kuppeneffekt“ des Hasenkopfs
- Mit Bebauung vergleichbare Überwärmung wie Stadtwald
  - überwiegend günstige bioklimatische Bedingungen in der Nacht

Stadtklimaanalyse Marburg  
Plangebiet Hasenkopf  
- Plan-Zustand -

Bodennahe Lufttemperatur  
in der Nacht  
[°C]



■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

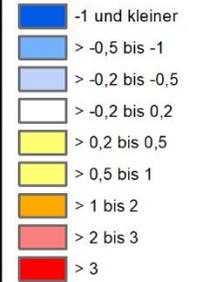
0 50 100 Meter

GEO-NET Umweltconsulting  
im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022



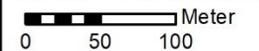
# Lufttemperatur in der Nacht

Änderung der bodennahen  
 nächtlichen Lufttemperatur  
 [°C]

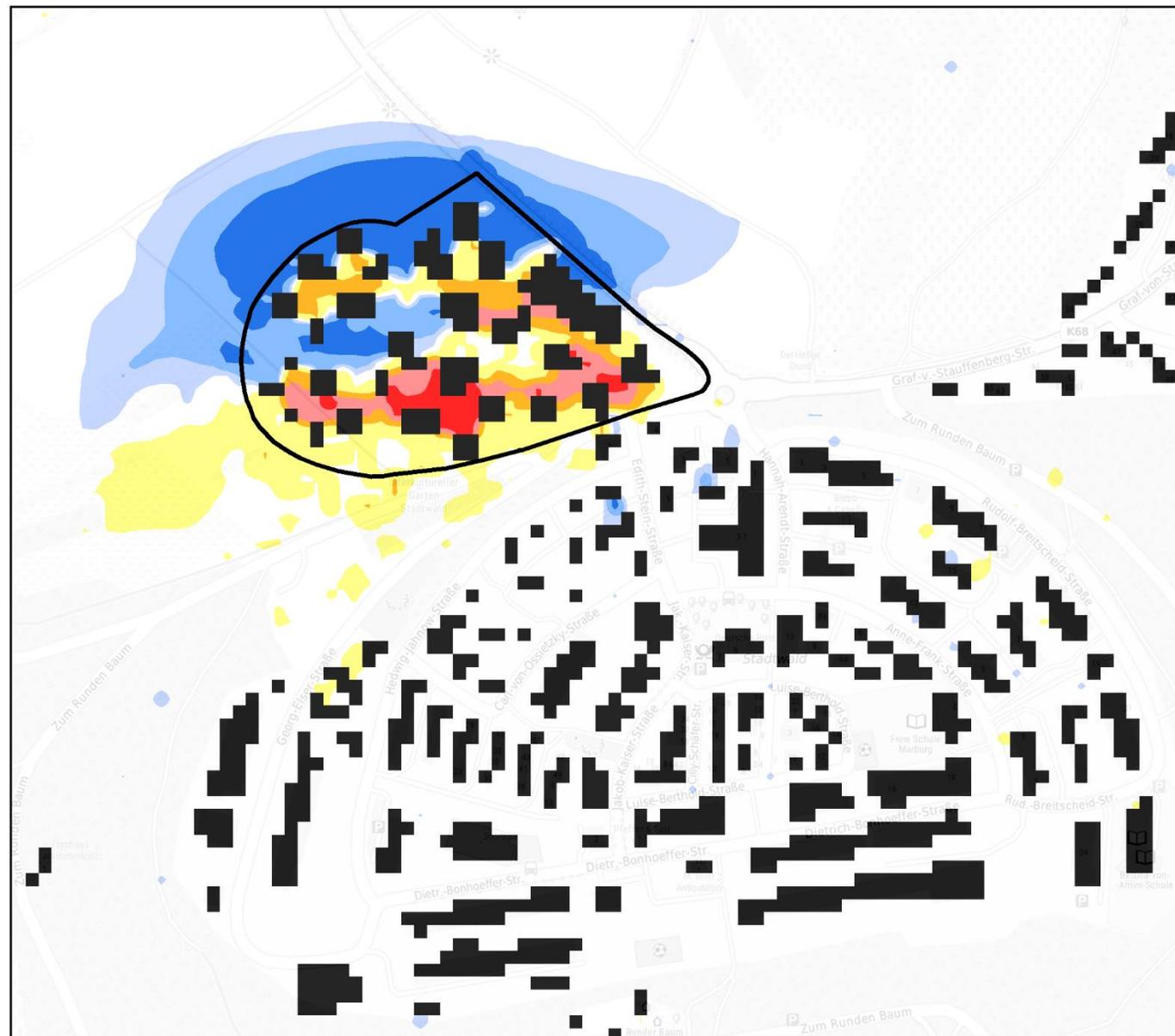


■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

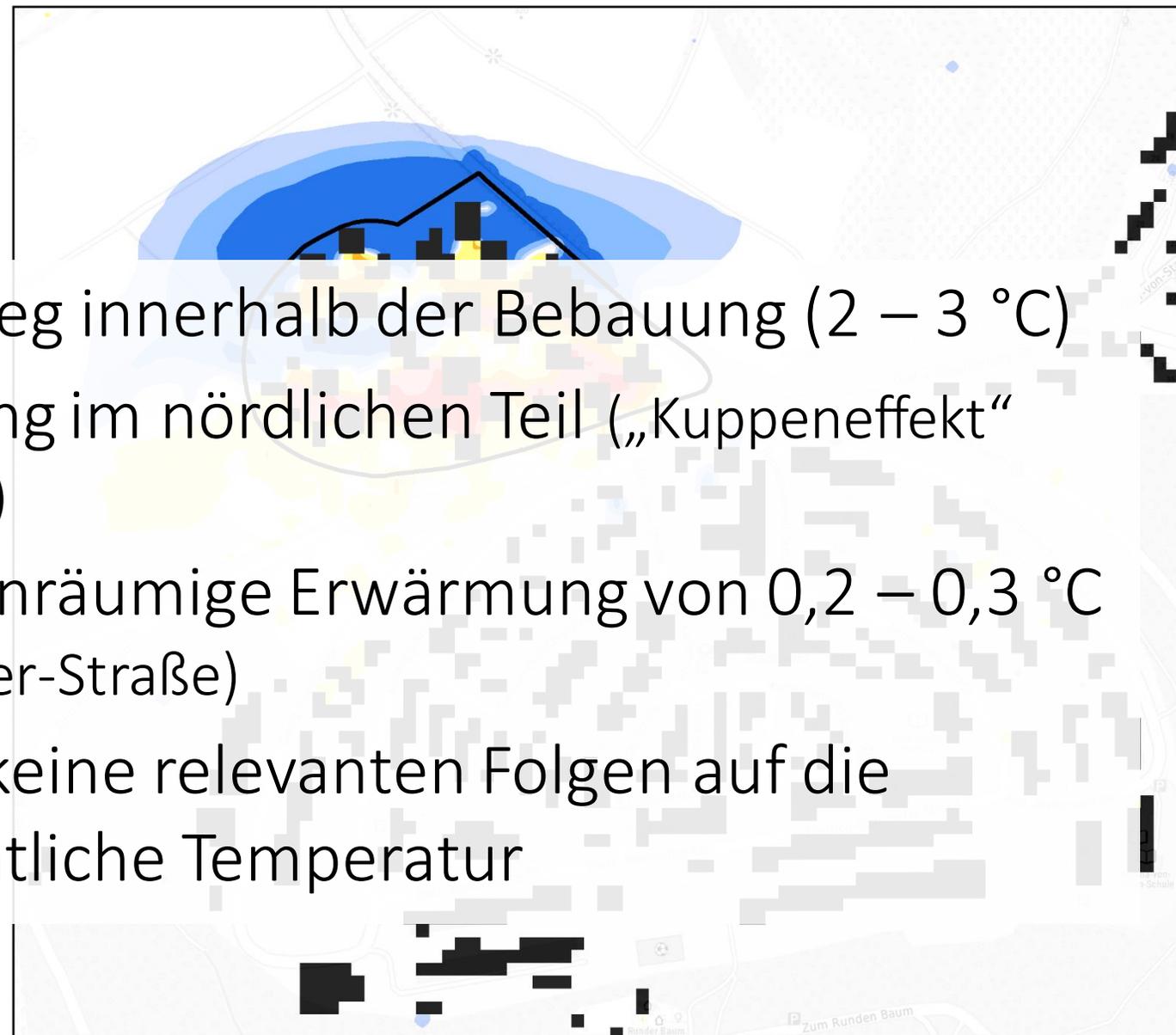


GEO-NET Umweltconsulting  
 im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022



# Lufttemperatur in der Nacht

- Temperaturanstieg innerhalb der Bebauung (2 – 3 °C)
- Leichte Abkühlung im nördlichen Teil („Kuppeneffekt“ wird aufgebrochen)
- In Stadtwald kleinräumige Erwärmung von 0,2 – 0,3 °C (Bereich Georg-Elser-Straße)
- Darüber hinaus keine relevanten Folgen auf die bodennahe nächtliche Temperatur



Stadtklimaanalyse Marburg  
**Plangebiet Hasenkopf**  
 - Plan vs. Ist-Zustand -

**Änderung der bodennahen nächtlichen Lufttemperatur**  
 [°C]

- 1 und kleiner
- > -0,5 bis -1
- > -0,2 bis -0,5
- > -0,2 bis 0,2
- > 0,2 bis 0,5
- > 0,5 bis 1
- > 1 bis 2
- > 2 bis 3
- > 3

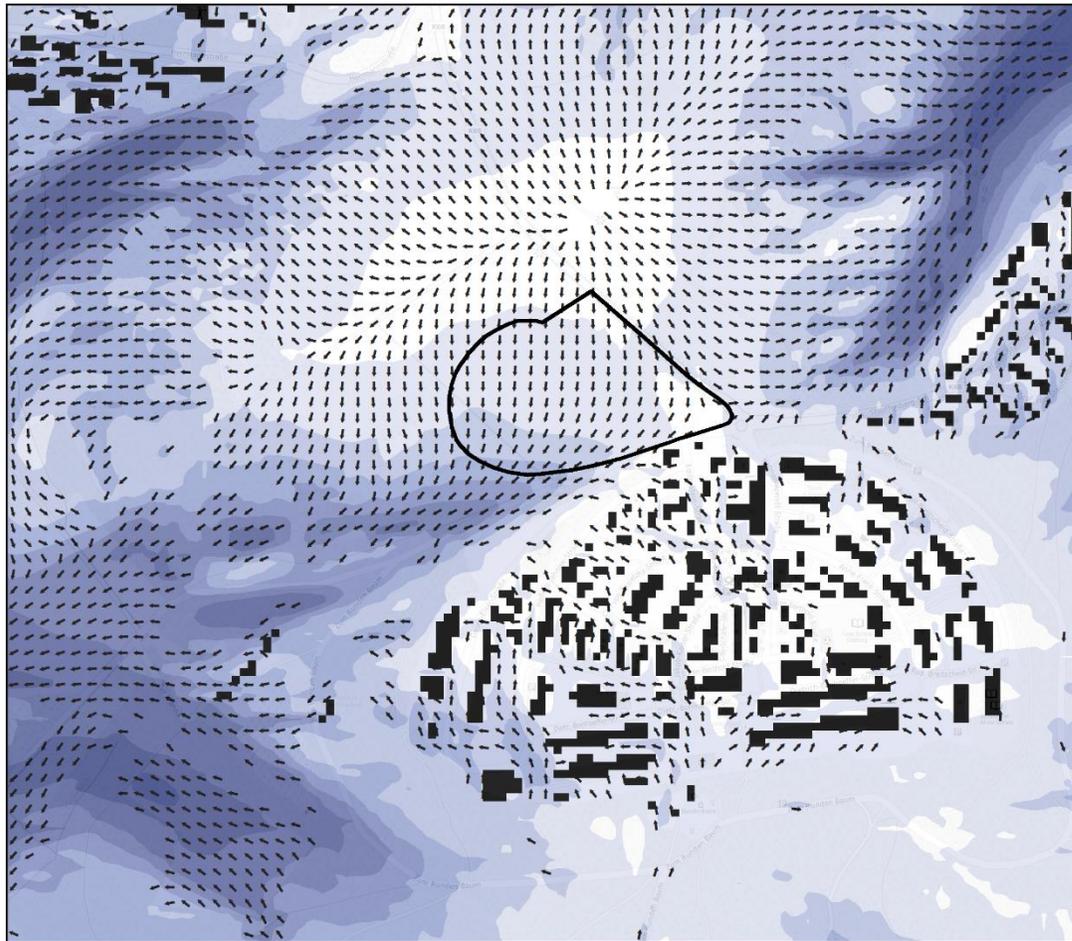
■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

0 50 100 Meter

GEO-NET Umweltconsulting  
 im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022

## Lufttemperatur in der Nacht



Stadtklimaanalyse Marburg  
Plangebiet Hasenkopf  
- Plan-Zustand -

**Kaltluftvolumenstromdichte in der Nacht**  
[ m<sup>3</sup>/(s·m) ]

□ bis 5	■ > 30 bis 40
□ > 5 bis 10	■ > 40 bis 50
□ > 10 bis 15	■ > 50 bis 75
□ > 15 bis 20	■ > 75 bis 100
□ > 20 bis 25	■ > 100
□ > 25 bis 30	

1 Bodennahe Strömungsrichtung

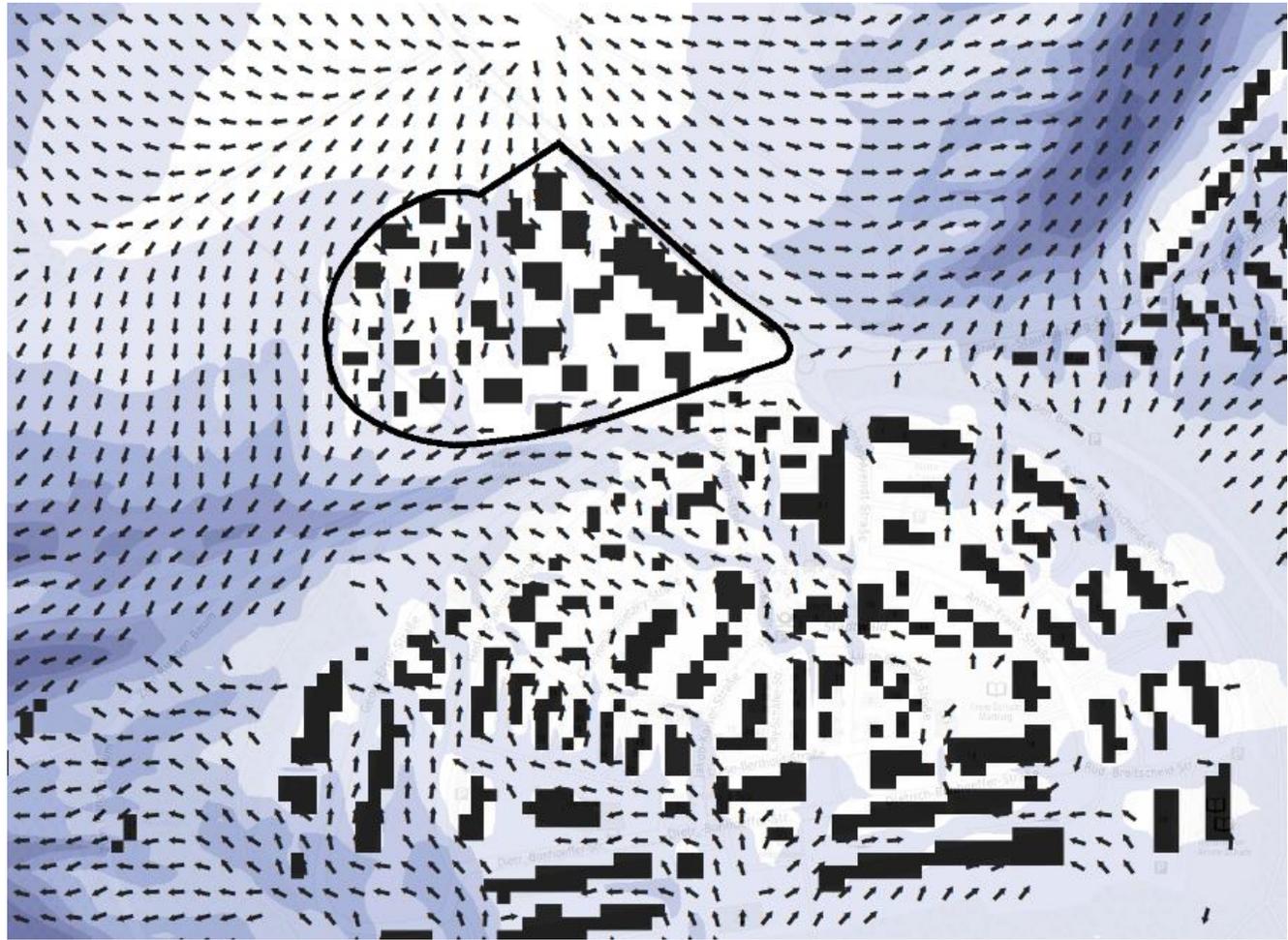
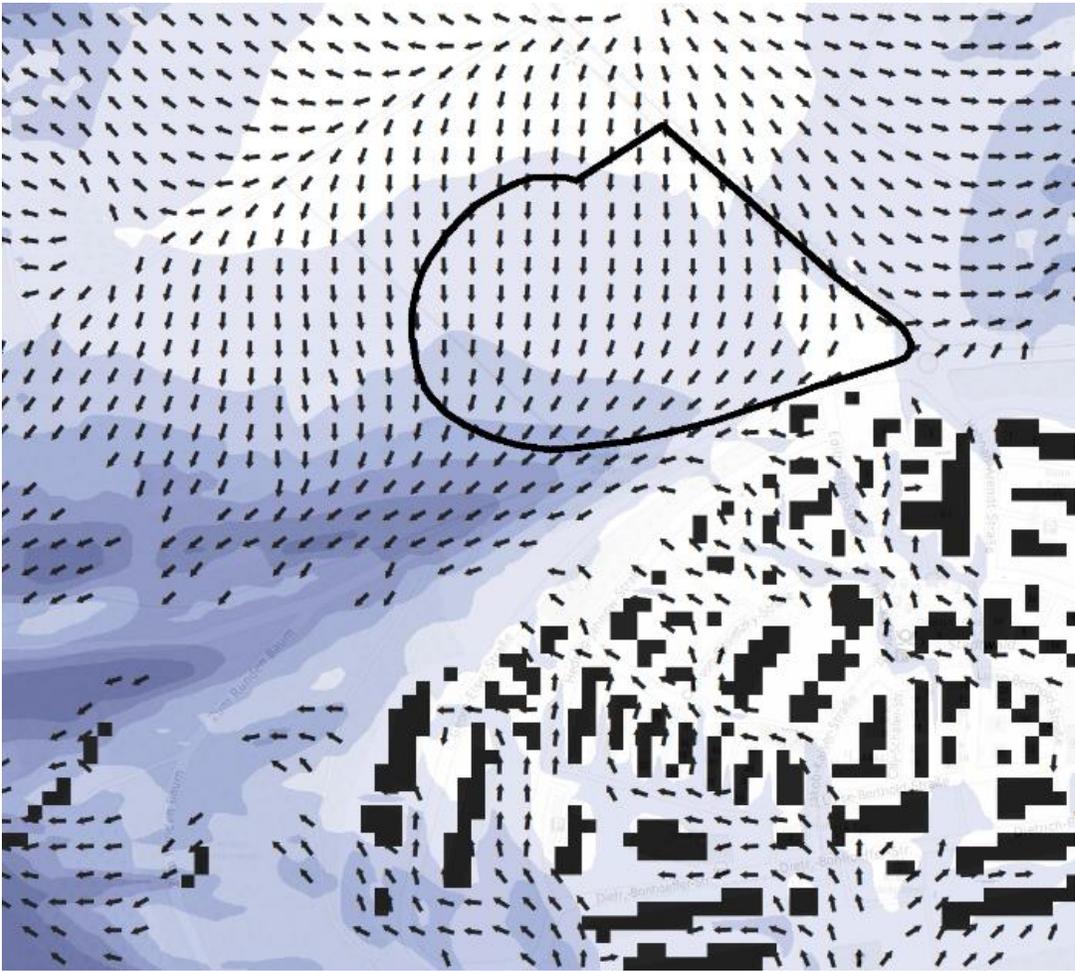
■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

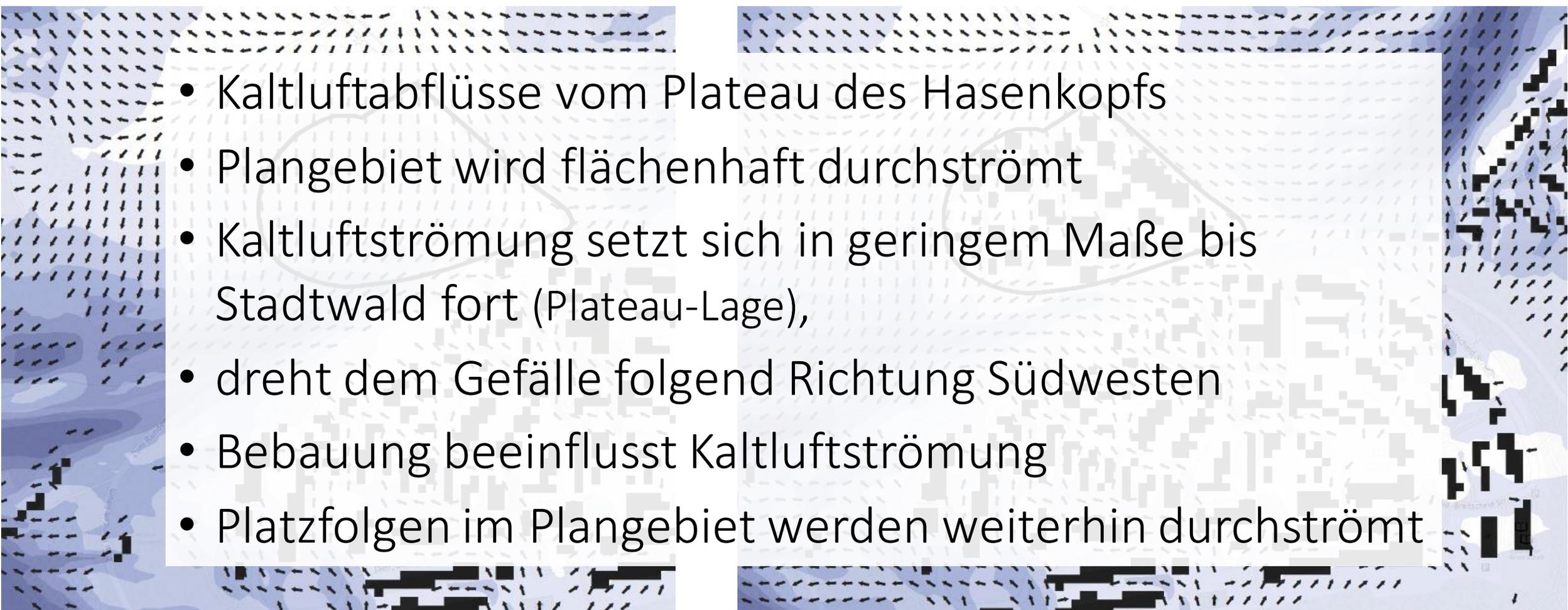
0 75 150 Meter

GEO-NET Umweltconsulting im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022

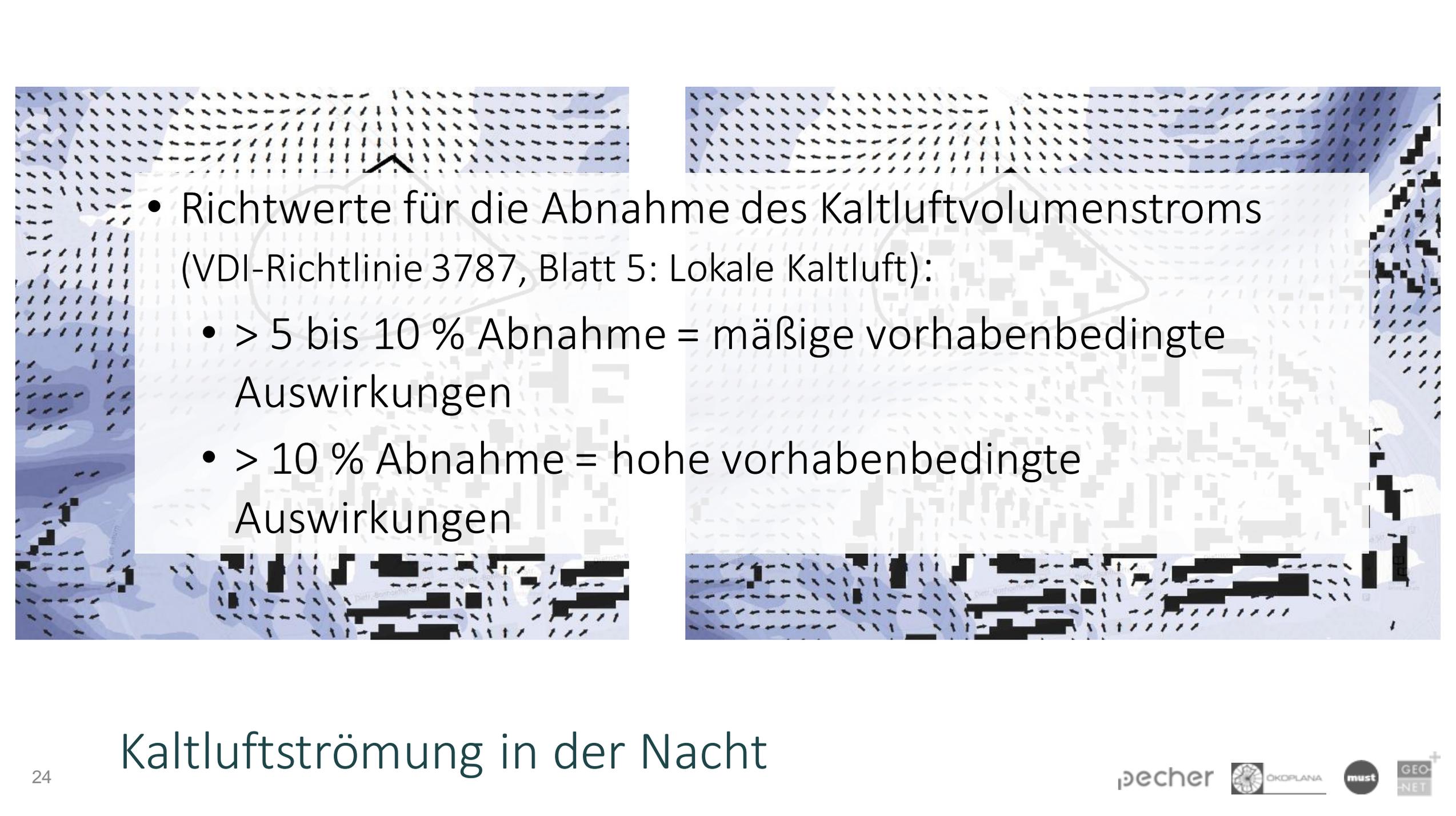
# Kaltluftströmung in der Nacht



# Kaltluftströmung in der Nacht

- 
- Kaltluftabflüsse vom Plateau des Hasenkopfs
  - Plangebiet wird flächenhaft durchströmt
  - Kaltluftströmung setzt sich in geringem Maße bis Stadtwald fort (Plateau-Lage),
  - dreht dem Gefälle folgend Richtung Südwesten
  - Bebauung beeinflusst Kaltluftströmung
  - Platzfolgen im Plangebiet werden weiterhin durchströmt

## Kaltluftströmung in der Nacht

- 
- Richtwerte für die Abnahme des Kaltluftvolumenstroms (VDI-Richtlinie 3787, Blatt 5: Lokale Kaltluft):
    - > 5 bis 10 % Abnahme = mäßige vorhabenbedingte Auswirkungen
    - > 10 % Abnahme = hohe vorhabenbedingte Auswirkungen

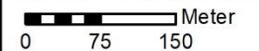
## Kaltluftströmung in der Nacht

Änderung der nächtlichen  
Kaltluftvolumenstromdichte  
[%]

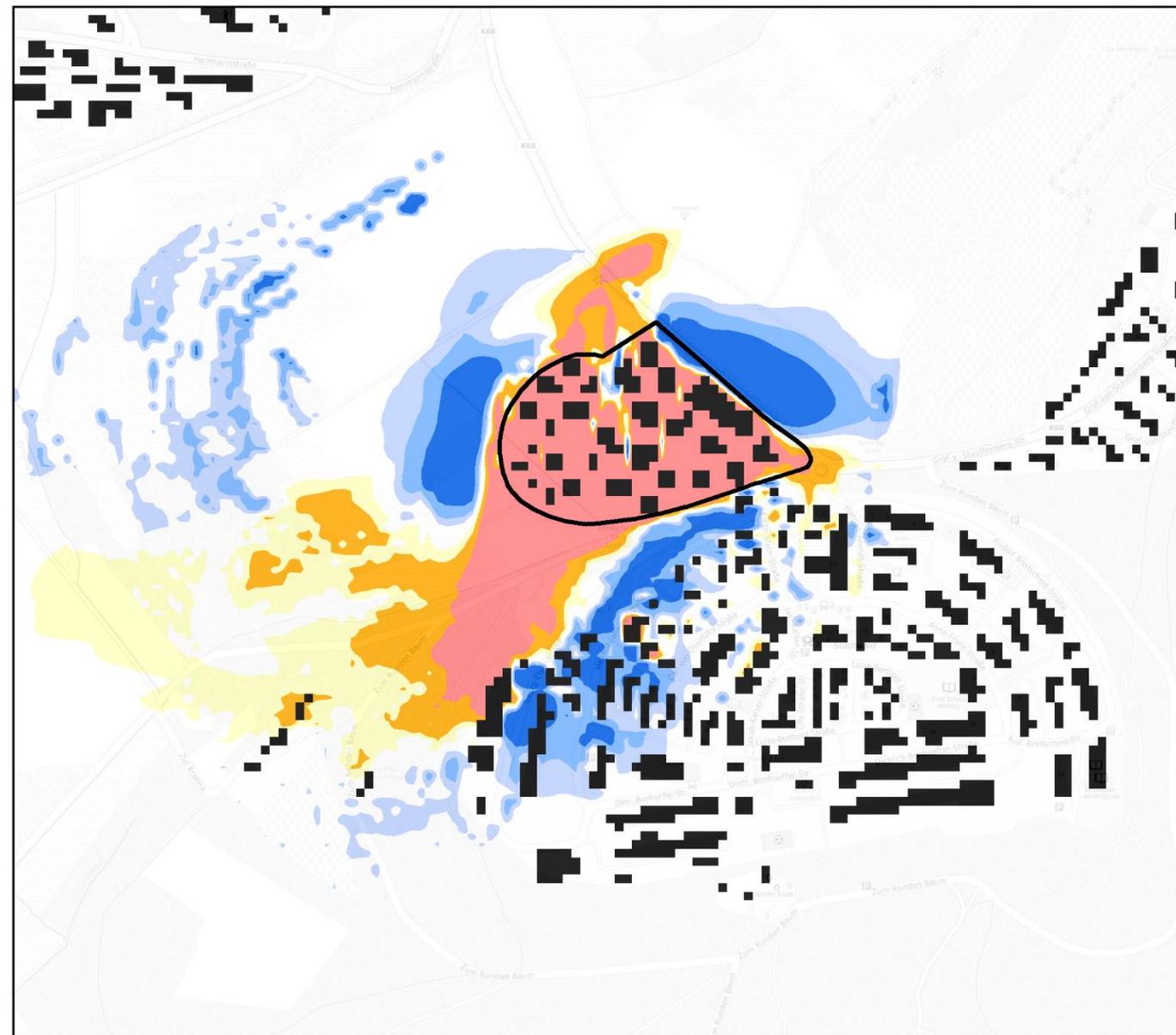


■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

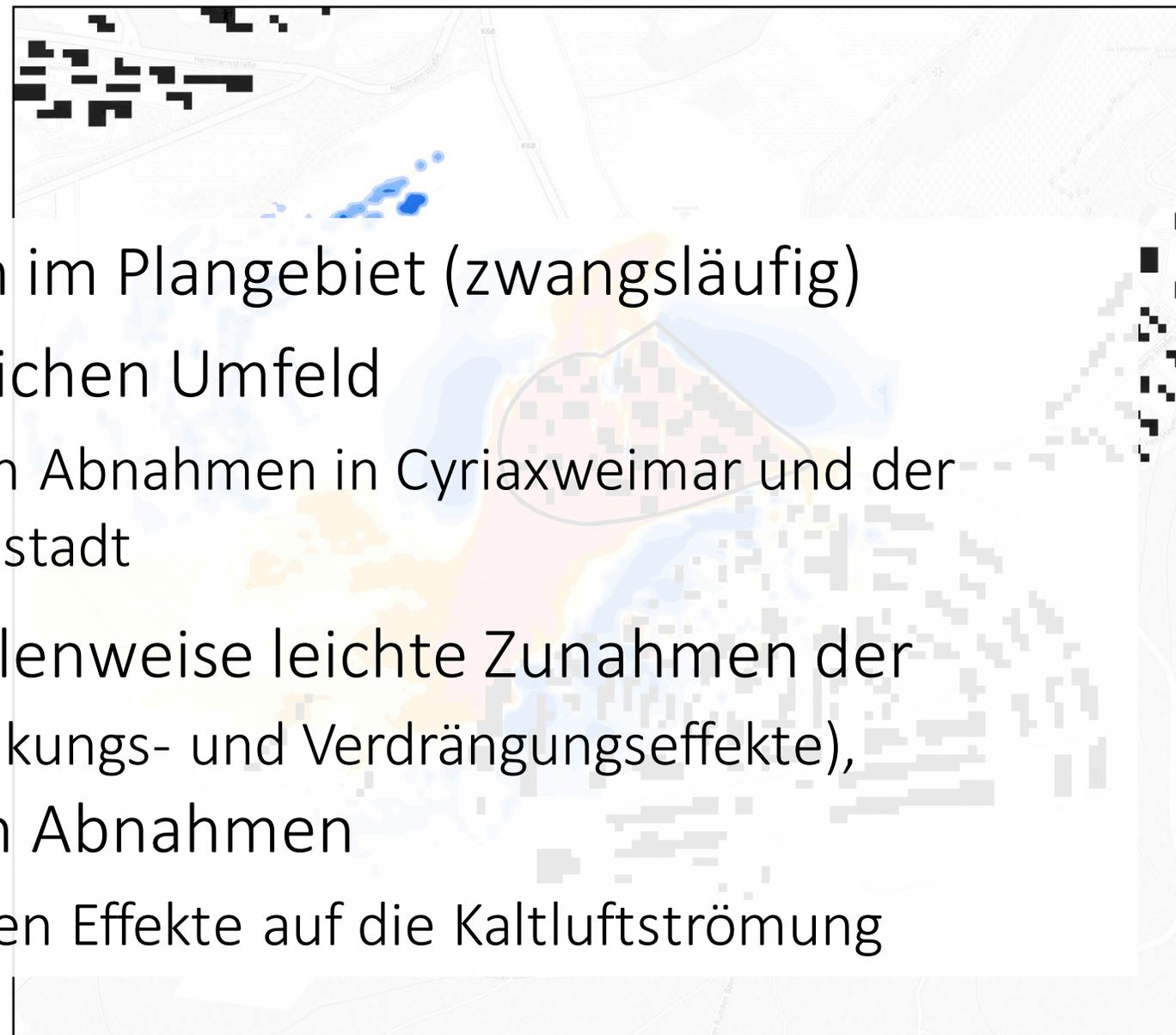


GEO-NET Umweltconsulting  
im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022



# Kaltluftströmung in der Nacht

- Hohe Abnahmen im Plangebiet (zwangsläufig)
- und im südwestlichen Umfeld
  - Keine relevanten Abnahmen in Cyriaxweimar und der Marburger Kernstadt
- In Stadtwald stellenweise leichte Zunahmen der Strömung (Umlenkungs- und Verdrängungseffekte), kleinräumig auch Abnahmen
  - Keine erheblichen Effekte auf die Kaltluftströmung



Stadtklimaanalyse Marburg  
**Plangebiet Hasenkopf**  
 - Plan vs. Ist-Zustand -

**Änderung der nächtlichen Kaltluftvolumenstromdichte**  
 [%]

Red	-20 und kleiner
Orange	> -10 bis -20
Yellow	> -5 bis -10
White	> -5 bis 5
Light Blue	> 5 bis 10
Blue	> 10 bis 20
Dark Blue	> 20

■ Gebäude

Hintergrundkarte: TopPlusOpen (WMS-Dienst des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG))

0 75 150 Meter

GEO-NET Umweltconsulting  
 im Auftrag der Stadt Marburg Juli 2022

# Kaltluftströmung in der Nacht

- Siegerentwurf Hasenkopf wird als stadtklimatisch verträglich eingeordnet
  - Auswirkungen auf die Wärmebelastung und Kaltluftströmung im Bestand sind nicht als erheblich zu werten
- Stadtklimatische Maßnahmen wurden mitgedacht
  - Gestaltung der Grünflächen (Wiese + Bäume)
  - Dachbegrünung
  - Begrünung der Plätze mit Baumgruppen

## Stadtklimatische Bewertung

- Ergänzende Empfehlungen zur Verbesserung des Stadtklimas
  - Auch angesichts (weiter) steigender Temperaturen und zunehmender Hitzeperioden infolge des Klimawandels
- Vitalität der Bäume auf Plätzen sichern
  - Natürlicher Untergrund für Bäume auf Plätzen (Rasen)
  - Wasserrückhalt auf den Flächen (Synergien zur Starkregenvorsorge)
  - Trocken- und hitzeverträgliche Baumarten
- Versiegelung minimieren (Wege und Parklätze teilversiegeln)
- Aufenthaltsflächen attraktiver gestalten (Bäume, Sitzgelegenheiten, ggf. Sonnensegel und Wasserspiele)

## Stadtklimatische Empfehlungen

- Gebäudebezogene Maßnahmen
  - Kombination Dachbegrünung mit dem Rückhalt von Wasser (Retentions-Gründach) oder Photovoltaik denkbar
  - Begrünung der Süd- bzw. West-exponierten Fassaden an den Platzfolgen
  - Verbesserung des Innenraumklimas
    - Verschattung von Gebäuden
    - Außenliegender Sonnenschutz
    - Wärmedämmung
    - Möglichkeit zu Nachtlüftung
    - Klimagerechte Kühlung
    - ...

## Stadtklimatische Empfehlungen



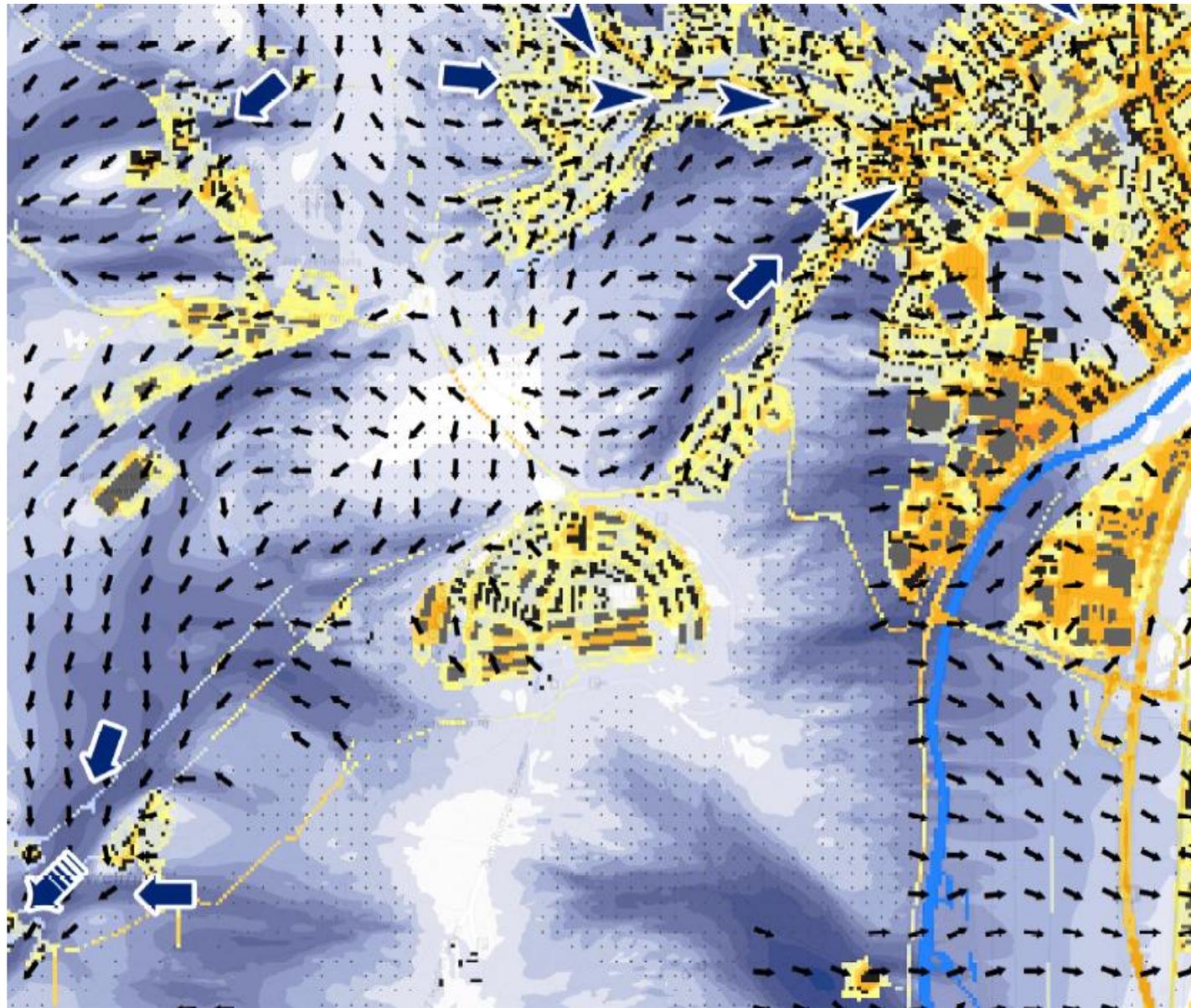
**Vielen Dank  
für Ihre  
Aufmerksamkeit!**

Janko Löbig  
*GEO-NET Umweltconsulting*



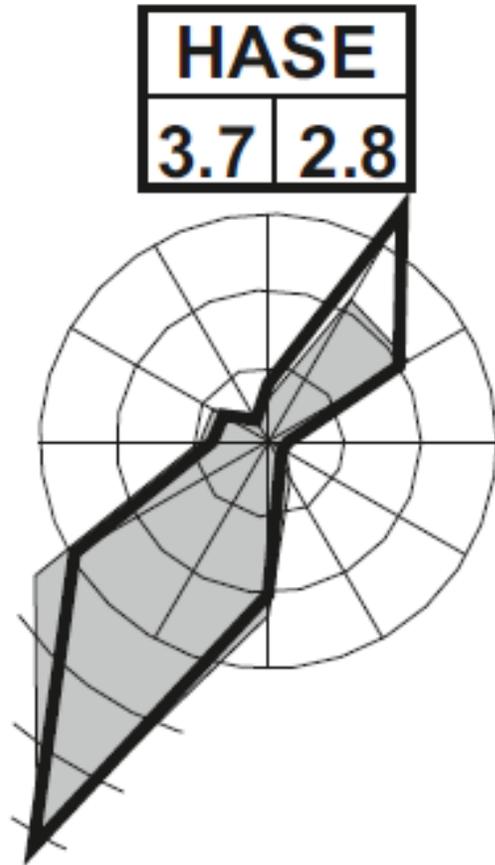
An aerial photograph of a town, likely in Germany, featuring a prominent church spire on the left. The town is surrounded by green hills and dense forests. In the foreground, a stone wall is visible on the right side. The word "Anhang" is overlaid in the center of the image.

# Anhang

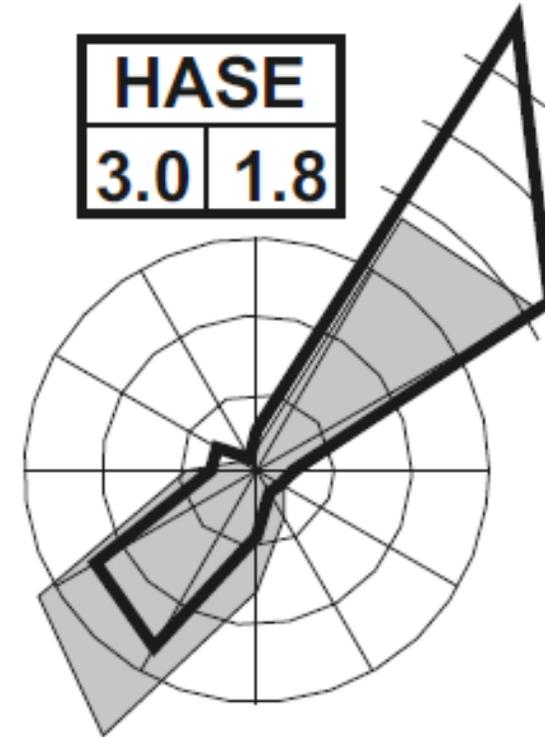


## Klimaanalysekarte Nacht

# Windrose „alle Tage“



# Windrose „Strahlungstage“



Klimaanalyse Kernstadt Marburg  
(1999; Dr. Seitz/ÖKOPLANA)

## Messungen am Hasenkopf